



點廢殼成綠礦

廢棄牡蠣殼變身醫藥級原料

路經西部沿海地區，映入眼簾的不僅僅是浩瀚大海，還有路上一座座灰白色的小山丘，這是當地牡蠣（俗稱蚵仔）養殖業留下的蚵殼堆，不僅占空間造成環境髒亂，也容易孳生蚊蟲。工研院與台糖攜手合作，透過循環再生技術，原本令人退避三舍的廢棄物，變身成可用資源，創造綠礦商機。



在西部沿海地區，當地牡蠣養殖業留下的蚵殼堆積如山，不僅占空間造成環境髒亂，也容易孳生蚊蟲。

撰文／唐祖湘

牡 蠣養殖是台灣西部沿海歷史最悠久的產業，這項傳統產業造就無數漁村的盛景，對促進地方經濟與改善蚵農生活有著不可抹滅的貢獻。然而，牡蠣剖開取出後的空殼，經常被當成廢棄物棄

置，大量廢殼堆積如山，成為西南沿海長期的特有「景觀」。不僅影響海岸線生態，嚴重時還會散發惡臭、孳生蚊蠅，影響觀瞻與環境，一直是地方的頭痛問題。

上世紀後期，人們赫然意識地球資源逐漸耗竭，循環經濟開始受到重視，這股強調資源可循環再生的新趨勢，正在世界各國蓬勃發展，我國政府也將循環經濟列為「5+2產業創新計畫」的發展重點之一。工研院與台糖公司亟思如何讓回收廢棄物轉化製成有價值的產品，而北從新竹，南到屏東沿海盛產的廢棄蚵殼，正是一項不待外求的再生資源。

混合於糯米漿中，用於黏合磚塊；台南知名古蹟安平古堡的古城牆，即是以此興建而成。到了現代，有藝術家把牡蠣殼當成創作素材，製作出千變萬化的工藝品，觀光產業使用廢牡蠣殼設計DIY活動，讓遊客體驗手作樂趣；也有部分業者將廢牡蠣殼用於製作堆肥、飼料及苗栽培介質等。

儘管用途多元，但國內廢牡蠣殼數量可觀，年產出量約在10至14萬噸，光憑上述用途，實在無法創造出更高的附加價值，因此台糖與工研院合作，以廢殼提煉出碳酸鈣，透過加工升級製成實用品出售，預計1年可回收5萬公噸的量，既能解決廢棄物的問題，也為農漁業創造嶄新的商業模式，改善蚵農的收入。

工研院生醫與醫材研究所組長許振霖指出，牡蠣殼的主要成份是碳酸鈣，碳酸鈣在高溫下，會生成二氧化碳與氧化鈣，加水變成熟石灰後，再吸收二氧化碳就能變成不溶於水且質地堅固的碳酸鈣。過去碳酸鈣的來源都是從大理石直接磨成粉末，但因大理石必須挖山取礦而來，如今礦產資源愈來愈少，還會破壞山林，對國土保育是一大傷害，「而廢棄牡蠣殼數量龐大，正好能補齊這項原料缺口！」透過現代技術，除了能將產業提升至循環經濟，還能帶動地方發展，一舉數得。

說起工研院跟台糖的合作起源，許振霖表示，台糖從糖業起家，轉型後設置生物科技事業部，投入豬隻、生技、廢棄物再利用等循環經濟技術與商品開發。數年前，台糖研究團隊委託成功大學進行評估，發現牡蠣殼中碳酸鈣除可用於建材填充物及油漆、塑膠膜等應



工研院院長劉文雄（右）與工研院生醫所所長林啟萬（左）手持從廢牡蠣殼提煉的碳酸鈣，透過加工升級製成實用品出售，解決廢棄物的問題。

萃取優質碳酸鈣 廢棄物成綠礦

料理上可以千變萬化的牡蠣，是許多饕客的最愛，但吃完了肉，剩下的殼還能做什麼？早在明清時期，智慧的先民就懂得將廢牡蠣殼磨碎，



國內廢棄牡蠣殼數量龐大，透過技術加值，除了能將廢殼處理導入循環經濟，還能帶動地方發展，改善蚵農的收入。

用，還可作為藥錠劑的賦形劑。

研調機構Research and Markets報告指出，2018年全球賦形劑市場預估約新台幣1,920億元，以年複合成長率5.9%推算，2023年將達2,559億元；若以IEK consulting報告中碳酸鈣占整體賦形劑市場5%計算，估計2023年碳酸鈣市場將達新台幣129億元，在在印證了廢牡蠣殼的市場潛力。而工研院的技術正巧與台糖生技事業部的取向不謀而合，雙方便在2年前開啟了合作的契機。

食品與醫藥商機大 廢殼價值翻百倍

在工研院的策劃下，廢牡蠣殼計畫將分3階段進行。工研院生醫與醫材研究所藥物GMP產程開發暨製造技術部經理鄭慧玲表示，以往牡蠣殼回收處理後，會運用於製造改良土質的肥料與飼養動物的飼料產品，像是壓碎後研磨

成粉狀，添加於飼料內，可增加飼料中的鈣元素，特別是提供給雞、鴨與鵝等家禽，將有益於增加蛋殼的厚度和硬度，這些妙用仍值得保留，因此第一階段以製作飼料與肥料為目標，2年前工研院與台糖一同開始規劃興建碳酸鈣生技材料工廠，鎖定肥料及飼料為第一期產品應用市場；到了第二與三階段，就能朝食品添加物，甚至藥品級規格等高附加價值的方向邁進，讓廢牡蠣殼的應用更多元。

受到法規管制的食品級與藥品級產品，對碳酸鈣純度的要求更高，因此研發團隊致力將碳酸鈣中的雜質再降低，並優化製程，將純度提升至食品級與藥品級規格，作為食品添加物、營養膳食補充品等產品原料，亦可結合各式加工產品做成補鈣添加物的保健食品、美容保養品等。

碳酸鈣的妙用還不止醫藥，為了使麵包、糕

2,559 億元

國內廢牡蠣殼年產出量約在10至14萬噸，以廢殼提煉出碳酸鈣，每年可回收5萬公噸的量，2023年碳酸鈣市場將達新台幣129億元，賦形劑市場則達2,559億元。

體口感更加鬆軟綿密，烘焙業者經常使用小蘇打粉做為膨鬆劑，只是此類食品級小蘇打粉都是由國外輸入，若能從牡蠣殼萃取高純度的碳酸鈣，日後將不用再依賴國外進口。此外，碳酸鈣也是協助藥物成型的藥品賦形劑的原料之一，未來若發展到一定的生產規模，也可望取代進口原料，提高藥品賦形劑的國產化程度。

許振霖進一步指出，原本遭棄置、毫無價值的廢牡蠣殼，做成飼料後，1公斤價值約台幣20元；做成食品添加物價值約可跳升5倍，至100元左右；若做成藥品，更是翻轉到每公斤銷售價格上看500元，產值與市場潛在商機非常驚人！

跨領域研發團隊 迎接建廠挑戰

生物科技屬於整合領域，經常要面對不同專業的人員，以牡蠣殼萃取碳酸鈣為例，若只用於飼料肥料，技術上採用濕式化學技術即可處理；但要做成食品或藥品，且要能量產，技術團隊不只要懂化學原理，還需要更多化工背景，這些都是研究團隊的必備技能。

許振霖表示，團隊成員以往接觸的多半是院內不同部門同仁，現在為了落實循環經濟理念，除了要在實驗室研發技術，也要全力投入工廠的規劃與建置，必須與過去比較少接觸的產業領域

打交道，跟以往純粹在實驗室做研究的經歷，可以說是天差地遠。

鄭慧玲接下此任務後參與至今，她表示，團隊同仁均是技術出身，在研發化學製程上並無問題；但在選址與建廠過程中，必須與其他專業領域的團隊合作，是很大的挑戰。光是蓋廠土地量測與探勘就有非常多程序要進行，包括申請執照、土地變更等；到了實質建廠時，為了符合空氣汙染與環保標準，以及生產過程中要降低產生粉塵與異味等各項技術上的問題，需要與建築師、設計師、設備廠商業者不斷來回討論，必要時還得居中轉譯協調，「在技術同仁心中，這些工作比做研究還難！」

循環經濟第一步 飼料工廠將上線

儘管建廠的挑戰不斷，工研院團隊始終抱著「使命必達」的想法，耐心地磨合、再磨合，加上跨團隊合作與支援，第一階段牡蠣殼飼料廠建廠工程在今年6月底於台南開工動土，預計明年年中完成試運轉。第一階段飼料廠若是運轉順利，第二、三階段將預計接續啟動，讓產業廢棄物不再是環保的燙手山芋，還能成為改善經濟的重要推手，化垃圾為綠礦，讓廢棄物變黃金，為台灣創造更多循環經濟與再生能源商機。■

